

Aus Wissen und Wissenschaft

— 35 —

BIOCHEMIE DER ZELLE

學藝彙刊 (35)

細胞之生化學

柿內三郎著

于景讓譯



中華學藝社出版

商務印書館發行

BIOCHEMIE DER ZELLE

000837

細胞之生化學

柿內三郎著

于景讓譯



中華學藝社出版

商務印書館發行

譯 者 序

本書爲日本東京岩波書店生物學講座第八回配本中之一小冊(此爲初版,再版則本書在第十三回配本中),著者柿內三郎,爲東京帝大醫學部生化學教授。原文發表時期爲日本昭和五年九月。譯文則成於民國二十一年夏,曾連續刊載於學藝雜誌第十二卷第二號至同卷第八號。惟當時以手民排印不精,訛字之多,出人意表。如第二篇第二章第三節,則即譯者自身,亦不能卒讀,爲之黯然而久之。譯者不足道,而對原作者則殊滋愧也。

去年冬,以譯稿與原文重行對讀,詳爲校正,以校正稿寄周憲文先生。承周先生及張沈各先生允列爲學藝彙刊,更蒙商務印書館慨然承印,年來重疚,於焉稍釋,衷心彌覺喜焉。惟譯者學淺才薄,恐終不免於誤,則固深望先進者有以教也。

本文化學譯名,承羅宗洛先生改正多處,即譯文大部,亦曾經羅先生校閱。謹此誌謝。

民國二十三年八月, 景讓,誌於東京。

原 序

多數研究者所探究之各種事實，已極明晰而不容置疑者，無復贅言以說明之必要；而完全混沌，尚未獲研究之端緒者，則敘述解釋，又爲不可能之事。故一切專門學問中所講述者，大多爲其因種種事實之發見及種種實驗之結果，而漸次闡明之徑路。

舉凡慎重之篤學者及粗忽之玩學者所得之實驗結果，無所取捨，盡爲羅列，自非難事，然以此欲使初學者，能獲得明瞭之概念，則殊爲困難。且摘出各研究者所獲研究結果中之可認爲較近正鵠者，以介紹過去所獲之梗概，亦爲非常之難業。因以稚弱之知識，批判先人廣汎之業績，加以取捨，大非容易，而極易陷入不可測知之誤謬故也。

愚以菲材，奉職東京帝大，爲學生講述時，最感痛苦者，卽爲此點。蓋深恐因判斷之過失，而貽誤於後學。釋尊寂滅後，阿難尊者等弟子相集，錄佛之所說，而編纂佛典時，慮記述之難期於正鵠，恐有反佛意，故於各篇之始，冠以「如是我聞」。愚當講述時，心中常存「如是我解」之念，始行講釋，亦以深恐所述不無失真處也。（下略）

目 次

第一篇 緒論	1
第一章 生化學在自然科學中之位置	1
第二章 本文之範圍	6
第二篇 細胞機構論	8
第一章 細胞之化學組成	8
第二章 細胞漿之機構	10
第三章 細胞膜之機構	39
第三篇 細胞機序論	66
第一章 細胞之化合物攝取	66
第二章 細胞中攝取化合物之運命	68
第三章 水解及合成作用	70
第四章 氧化作用	71
第五章 醱酵作用	86
第六章 能力之獲得及發散	92
第四篇 結論	114

細胞之生化學

第一篇 緒論

本文不滿百頁，故所述不能亘及生化學之全般，僅止於如題所示，述「關於細胞之生化學」。講述之前，有先說明「生化學之本來面目」及「本文範圍」之必要，本篇即就此稍加敘述。

第一章 生化學在自然科學中之位置

在此有形之宇宙中，我人所見森羅萬象之變化，皆出於因果律。檐溜之落下，與夫世界大戰之勃發，皆屬當然之事。而究此等現象之成因及結果之因果律關係，乃自然科學之目的也。一切現象之中，有如瓦礫風塵之極簡單者，有如花鳥犬猿之稍複雜者，亦有如人文史中所見諸事相之極複雜者。如上所述，其繁簡之程度，雖有不同，而皆要爲此有形世界內之事象，亦卽我人以自然科學之方法，

而企圖明其間之因果關係者也。

水之流動，蒸氣之作用，火藥之爆發等諸簡單之現象，因比較少數之條件，即可以闡明其變化，故苟非太古蒙昧之世，對之即不生特殊之驚異。而歷史上之諸事相，則其範圍廣，其時間久，且參與此事相之人物又多，故欲觀察其間之必然之因果律，殊多困難。因之我人欲以歷史之諸事相，作為一關聯之事實，而洞察之者，為數極少。反之若鳥飛於空中，及木葉四時之變化，其成因雖頗非簡單，而因其為局限之現象，故亦不過於複雜，所以曩昔已引起我人之注意。鳥類樹木，乃有生之物，其引起一般人之觀察者，亦當然之事也。但就生物而觀察，其所示現象之複雜程度，相差頗甚，自一見生死且不甚明瞭之微生物，至震驚世界之英雄豪傑，其間實有千差萬別之個體。此各個體因引起現象之狀態具備與否，而現象繁簡之相差，遂因此而起。

雖為英豪，苟罹腦溢血，而腦之一部發生障礙時，則判斷力及記憶力即完全消失，甚至步行之能力亦喪，但我人視之，不以為無生命也。又殺死動物而取出其心臟時，心臟尚能自發收縮，切取此心臟筋肉之一小部，置於適當

之培養液中，而與以適當之溫度，則雖亘數月，仍行收縮，又誰能否定此細胞之生命乎？以金剛砂研磨細胞，而以濾紙濾過而得之濾液，尙具有細胞之作用，即仍顯示加水分解種種蛋白質，脂質，糖質之作用，倘貯藏適宜，則此能力可以維持至數週之久，許多研究者，皆肯定其具有生命。由是觀之：腦溢血者，雖非睿智健康之完全之人，而仍保有生命；又個體雖死，而切出之心臟仍生；心臟縱被破裂，而心筋纖維，亦仍持有生命；又細胞雖死，而酵素亦仍營細胞所有生活現象之一部。但酵素不能營細胞所有之完全之生活現象，細胞亦不能盡行如臟器之官能，而個體之臟器組織，倘被損傷，則被傷者縱係一部，亦不能如完全之個體而活動也。更自植物觀之：葉綠素不論如何豐富，苟日光較炭酸量強時，則糖質不能生成；而條件適當，則雖試驗管內，炭酸與水，亦能變成糖質。即一切生活現象，於條件具備時，皆可以遂行；而條件不備，則立即停止也。自昔以來，以烏草等具有較為複雜之機構者，特以爲生物而觀察之，實則所謂生物之範圍，殊不明瞭。著者之意，以爲宇宙間之個體，不能別爲生物與無生物，認爲持有大生命之個體（有複雜之機構者）及持有小生命之個體，（有簡

單之機構者)，則庶乎可耳。(下二行略)

顯現生活現象者，常伴有物質及能力(Energie)之轉移，大多尚起一定之形態變化。無物質之處，則無生命，無能力(Energie)變化之處，亦無生命。又形態愈複雜，則變化亦愈複雜。故此等物質能力形態等之有秩序之變化，乃成爲一定之生活現象而現出者也。自化學物理學及形態學各方面而考究生活現象之學，即所謂「生機學」(歐語 Biology 可以當之)也。其中專就形態學方面而攻究者爲「生姿學」(歐語 Biomorphology 爲當)，專就物理學方面而攻究者爲「生理學」(歐語 Biophysics 爲當)，專就化學方面而攻究者爲「生化學」(歐語 Biochemistry 爲當)。上述數者，不過就同一現象，自各方面攻究之，故其間有不可分離之關係。而生化學者，苟不顧慮生理學及生姿學則已不能完成其真正之生化學的研究者矣。

「生化學」爲自化學方面攻究生活現象之學，已如上述，故不僅以前我人所認爲生物之個體內之化學變化，屬於其範圍之內，即所謂無機界物質之化學變化，亦不能超軼其領域。在某種規定之簡單條件下，所謂生物體內之變化，固與無機界內者毫無差異；即將來心機發現時之化學

變化，當亦逐漸可以推究者也。以前所謂生化學者，不過抽出分析或合成生物體內之化學成分，或調查組織間與個體間之化學組成之異同，即以為能事已畢；但此決非我人攻究「生化學」之究極之目的。「生化學」者，乃從化學方面攻究有某種生機學機構之處，有某種生命之出現者也。著者實切望多數學者能早日棄去其以前所謂「生化學」之觀念，而後從事「生化學」之鑽研。

綜上所述，宇宙間之森羅萬象，要皆為生機之發露。宇宙之中，有機構極簡單而顯示生活現象極小之個體，亦有機構極複雜而顯示生活現象極大之個體。不問其為簡單或複雜之個體，而闡明由此等個體間所出現之一切生活現象之化學的因果關係者，即為「生化學」。其中，考究機構比較簡單之個體間所發現之化學變化者，為「無機化學」「有機化學」及「物理化學」等，已漸次發達。機構複雜之個體間所發現之化學變化的攻究，則即近時生化學者，以濃郁之興味而從事者也。

憶 1923 年秋，西遊歐美時，在丹麥承京大農學部近藤博士之介紹，見現時「物理化學」之大權威者 Brnsted 氏，寒暄始畢，氏即謂「生化學」近來應用「物理化學」甚

多。對曰：然，但過多耳。氏即曰：所謂過多之意義何在？曰：生化學者，同時固當爲物理化學者，但以在簡單條件下所獲得之「物理化學」之定律，不加思慮，濫用於複雜之「生化學」事項中，則殊不勝其累也。氏立起共鳴，呼其隣室之助手，而反復述著者之言。要之，「生化學」非應用之科學，實與「物理化學」「化學」等相同。且其條件更爲廣汎，我人宜以精密之注意，作步步的攻究之嚴正科學之一分科也。

第二章 本文之範圍

如前章所述，生命有小生命大生命之別。機構複雜之個體，可以較機構簡單者呈顯複雜之生活現象。由多細胞而成之個體，較由單細胞而成者，其生活現象爲複雜；由複雜之組織及複雜之臟器而成之個體，較僅由多數相似之細胞集團而成者，其持有之生命爲巨大。（但非強烈之生命。如爆彈乃強烈之生命，而實爲小生命。）構成此種持有複雜生姿學構造之生體者爲細胞。細胞自身，亦可以認爲一獨立之個體，雖與生體分離，而置之適當環境中，則不僅依然可以維持生活，且尙能繼續增殖。但此切除分離

之細胞所示之生活現象，較其所屬生體之全部者，則極為渺小。自外攝取養素(滋養料)，於細胞內營同化，及排泄由代謝生成之廢物而外，僅保持其所屬組織中規定之特殊作用之一小部而已。細胞相集而成組織及臟器時，則不僅顯現細胞自身之生活現象，且因組織及臟器內配置之各種細胞及生成物之生姿學構造，而各組織各臟器可以各營其特有之官能。此等組織及臟器，一方自其由某部分生成之化合物(覺醒素 Hormon) 之作用，一方更由特殊發育之神經系等之工作，而後此作用調節之生體，遂可以發露複雜而巨大之生命。故細胞組織臟器及個體之間，因其生姿學構造之繁簡，而其生命之大小，遂生顯著之差也。

本文之所欲講述者，為自細胞所發現之生活現象之化學方面之部分，即說明細胞如何生存；且如何發揮其官能者也。至關於各組織內容臟器間之相互關係之生化學機構，則不在本文範圍之內，而具有複雜構造之生體內所發現現象之生化學的敘說，亦讓諸他人。

第二篇 細胞機構論

第一章 細胞之化學組成

細胞之生化學組成，與其生姿學構造，具有密切之關係，實至爲明顯。生姿學構造：我人以細胞直接置顯微鏡下檢查時，可以認出於種種不同之度而屈折光線之部分；以種種酸性色素或鹽基性色素加入細胞浮遊液內，則現出染色特強之部分；又以適當之方法，使細胞固定後，再染以適當之色素，則可以發見更爲精細之生姿學構造。此種屈折率不同之部分，不僅起於濃度之差別，而實起於化學成分之相異；又因酸性及鹽基性之色素而染色者，亦因性質相異之物質而起也。此種智識，藉「顯微鏡化學」之方法，而研究蛋白質，核酸，脂肪，脂酸，Cholesterin，糖質，澱粉及其他純粹化合物等對色素及其他化學試藥之反應如何之結果，而逐漸擴大。生姿學構成成分之化學性質，亦正在漸漸闡明中也。但如後章所述，各化學成分，極少成爲純粹單一之狀態而存在，各構成成分大多爲多種化

學成分之混合，故僅以「顯微鏡化學」之方法，而斷言生姿學構成成分之化學性質，則或亦有陷於重大之錯誤者也。

因細胞種類，而其生姿學構造，頗有差異，故其化學組成，亦有種種不同。但生活力旺盛之細胞中，含量最多之成分爲水及蛋白質；次之，磷脂酸及 Cholesterin，亦爲常存之主成分。糖質則葡萄糖及糖原之分量，因細胞種類而相異，亦爲細胞所常含有者。其他尚有核酸，Purin-鹽基，種種有機性磷酸化合物及各種無機性化合物。上述諸物中，何者最重要，常成爲問題，而決定實極爲困難。以多量及常存之成分，指爲最重要者，於理未必能通；而以細胞死滅時蒙變化最多之成分，斷爲最主要者，亦不可能。因有量雖極微，而於細胞之正常的存在上爲必不可缺之物故也。近今知微量之銅，於高等動物爲必要之物者，卽其著例。

反之，對細胞之特殊官能，何者爲必要之成分乎？此爲別一問題。例如某種細胞發生能力 (Energie) 時，須用糖質，而他種細胞則因生成特殊之分泌物而主用氨基酸 (Amino-acid)。但此等物質，於細胞之官能上，誠爲必要；而對於細胞之生存，則未見其爲必不可缺也。

又於細胞內所發見之物，亦不能卽認爲細胞所必要。

細胞周圍之液體及氣體中所含有，且透過細胞膜而溶解於細胞中，或與細胞內物質相化合之物質。將一時的或永久的含蓄於細胞之中。但此種物質，幾不與細胞以任何生機之影響，而或且有毒。毒最烈者，不復容許細胞之存續。故對於細胞成分，實毫無意義。

綜上所述；細胞之化學成分，發見有蛋白質，脂質，糖質，鹽類，水及其他種種化合物，但一切之物，其意義不同，即其中有某種為細胞之生存所必要，而某種則為細胞之官能所不可缺，又某種為無益，而某種則或且有毒。至細胞內化學成分重要性之程度，則不能據其含量之多少為斷。

第二章 細胞漿之機構

已如前章所述，細胞乃由種種之化學的物質而成。但此等物質，非漫然雜糅於細胞之內，而實形成如生姿學構造所示之一定之異相系。故假定細胞內之化學成分，可由分析而完全測定，而以此等物質混合於試驗管內，亦決不能完全顯現如細胞之機能也。

細胞之顯示種種生活現象者，在所謂細胞之狹小之場所內，含有許多之化合物，而可以引起種種之反應，實

爲一大原因。此等化合物，倘爲簡單均一之溶液而混在，則其反應較爲單純。而細胞漿中，蛋白質，脂質，間且參有糖質，互相混和，形成膠質性複合體，於細胞內成爲無數之微塊而存在。因此性質相異之微塊之配合，而細胞遂呈顯種種相異之狀態。此種微塊，表面上或吸着各種化合物，或與之起化學之結合。故成爲濃厚之狀態，又與以互相接近之機，而引起各種之反應。且此等膠質之分散度，因細胞內之酸度，及鹽類之影響，而有顯著之轉變。故細胞內之反應，實極爲複雜。以下卽就此稍加考察。

第一節 構成細胞化合物之特性

形成細胞之各種化學成分之構造及性狀，本文中幾不觸及，而自細胞生化學之立場，認爲必要之化合物之特性，於此稍加敘述，當非無益。

一 蛋白質

蛋白質爲各種氨基酸 (Amino-acid) 結合(主於其氨基及炭素酸基之處)而發生之 Polypeptid-化合物，其分子量由數千至十萬以上，溶液全呈膠質性。構成蛋白質之氨基酸，僅現今所知者，已有二十餘種：有具長炭素鎖者，有具芳香核者，有具吡唑(Imidazol)核及吲哚(Indol)

核者，有具氫氧基及氫硫基者，有具二個氫氧基者，有具二個炭素酸基者，實有形形色色。故由此相集而成者，其種類殆爲無數，其構造及性狀，亦各各相異。且因遊離之氨基數及遊離之炭素酸基數之比例，或則酸性較強，或則鹽基性較強，而同時又爲可以酸作用，及可以鹽基作用之兩性化合物也。因此蛋白質持有遊離之氨基及炭素酸基，而可與酸性或鹽基性之化合物相結合，故於細胞內各種化合物反應傾向之決定上，實爲重要之性質。又蛋白質爲親水性之膠質，對於種種電解質之作用，爲安定之化合物，故與之結合或被吸着之他化合物，自身縱係虧恆性（不安定性），亦可藉此而安定。後述之種種酵素，在細胞內可以維持其活性者，亦因與蛋白質結合故也。

自細胞分泌而發生之硬蛋白質，例如膠質及彈力素等，幾不含有二氨基酸(Diamino-acid)，而主由一氨基酸(Monoamino-acid)合成。水中溶解者甚少，大多爲 Diketopiperazin-樣之結合狀態。此與細胞內之蛋白質相異，極少活躍性。僅爲支持組織之蛋白質也。

二 脂質

脂質之中，中性脂肪爲完全之中性化合物，無與他物結合之能力，形成膠質之力，亦極缺乏，僅爲有效之蓄積養素(熱量之含藏量極大)，而含有於特殊細胞（脂肪細